

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5254010号  
(P5254010)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int. Cl. F 1  
A 6 1 B 8/08 (2006.01) A 6 1 B 8/08

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-511903 (P2008-511903)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成18年4月18日 (2006.4.18)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/308138		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02007/122698	(74) 代理人	100101683
(87) 国際公開日	平成19年11月1日 (2007.11.1)		弁理士 奥田 誠司
審査請求日	平成21年4月14日 (2009.4.14)	(72) 発明者	渡辺 良信
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	反中 由直
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 隆夫
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動脈血管壁を含む被検体の計測領域へ超音波を送信するための超音波探触子を駆動する送信部と、

前記超音波が前記被検体において反射することにより得られる反射波を、前記超音波探触子を用いて受信し、受信信号を生成する受信部と、

前記受信信号に基づき、前記被検体の計測領域の断層画像を生成する画像処理部と、

前記断層画像を表示する表示部と、

前記受信信号を解析し、前記血管壁の計測領域内の各計測点の移動量を求める移動検出部と、

前記表示部に表示された前記断層画像に基づき、前記計測領域に含まれる前記血管壁の複数の組織間の境界により分けられる少なくとも2つの領域から所望の1つの領域を選択可能な表示組織決定部と、

前記表示組織決定部で選択した所望の1つの領域に含まれる各計測点の移動量から前記被検体の特性値を算出する特性値算出部と、

を備え、

前記表示組織決定部は、前記血管壁に含まれる複数の組織の少なくとも1つの境界を決定する境界決定部を有し、

前記境界決定部は、前記受信信号に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置情報を自動的に生成し、

10

20

前記表示部は、前記特性値算出部で算出された前記所望の1つの領域に含まれる計測点の特性値の分布を二次元画像で、前記断層画像に重畳して表示する超音波診断装置。

【請求項2】

前記表示組織決定部は、決定した境界により分けられる少なくとも2つの領域から1つの領域を選択する領域選択部を含み、

前記領域選択部は、操作者が選択した前記所望の1つの領域の位置情報を生成して前記特性値算出部へ出力する請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記少なくとも1つの境界の位置情報を記憶し、かつ、前記断層画像の情報および前記各計測点の移動量の情報を前記受信信号の受信時刻または受信順序に関連付けて記憶する記憶部をさらに備える請求項1または2に記載の超音波診断装置。

10

【請求項4】

前記記憶部から前記断層画像の情報を読み出して前記表示部に前記断層画像を表示し、前記境界決定部は前記記憶部から、前記組織の境界の少なくとも1つの位置情報を読み出し、

前記境界決定部は、前記操作者が前記表示部に表示された断層画像上において指定した位置に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置を更新する請求項3に記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記境界決定部は、前記受信信号に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置情報を自動的に生成し、前記操作者が前記表示部に表示された断層画像上において指定した位置に基づき、前記生成した少なくとも1つの境界の位置情報を更新する請求項1から4のいずれかに記載の超音波診断装置。

20

【請求項6】

前記特性値は弾性率である請求項1から5のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記表示部に表示された断層画像に基づいて、前記操作者が関心領域を前記計測領域内に設定するための関心領域設定部をさらに備え、

前記特性値算出部は、前記関心領域内にある計測点の移動量から前記被検体の特性値を算出する請求項1から6のいずれかに記載の超音波診断装置。

30

【請求項8】

前記特性値算出部は、前記関心領域内の弾性率の平均値、最大値、最小値、分散値の少なくとも一つをさらに算出する請求項7に記載の超音波診断装置。

【請求項9】

前記特性値算出部は、前記関心領域内の弾性率の分布をさらに求め、前記弾性率の分布をヒストグラム形式で表示部に表示する請求項7に記載の超音波診断装置。

【請求項10】

前記血管壁は、内膜、中膜および外膜を含み、前記少なくとも1つの境界は前記内膜と血管孔腔との境界、前記内膜と外膜との境界、および前記外膜と血管外組織との境界のうちの一つである請求項1から9のいずれかに記載の超音波診断装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に、血管の性状特性値を求めることのできる超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波を被検体に照射し、その反射波（エコー）に含まれる情報を解析することにより、被検体を非侵襲的に検査する。従来から広く用いられている超音波診断装置は、反射波の強度を対応する画素の輝度に変換することにより、被検体の構造を

50

断層画像として得ている。これにより、被検体の内部の構造を知ることができる。

【0003】

これに対し、近年、反射波の主に位相を解析することによって、被検体の組織の動きを精密に測定し、組織、特に動脈血管壁の歪みや弾性率、粘性率などの物理的（性状）特性を求めることが試みられている（特許文献1、2）。

【0004】

こうした技術を用い、計測した動脈血管壁の各部の弾性特性を二次元分布表示することによって、動脈血管壁における弾性率の特異な部分を容易に識別することができるようになる。したがって、超音波診断装置を動脈硬化の診断などに利用できると考えられる。

【特許文献1】特開平10-5226号公報

【特許文献2】特開2000-229078号公報

【特許文献3】国際公開第2004/112568号パンフレット

【特許文献4】特開2000-271117号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

弾性特性などの性状特性値を二次元の分布画像として表示する場合、被検体の各位置における性状特性値のみが情報として表示され、被検体中の組織の差異は反映されない。たとえば、動脈血管壁の外膜および隣接する中膜において組織の硬さが同じであれば、同じ弾性率を有するため、表示の仕方に差異は生じない。

【0006】

しかし、着目した領域がどの組織に該当しているのか判断できるほうが被検体の病理診断をより正確に行うためには、好ましいと考えられる。

【0007】

本発明はこのような課題を解決し、被検体中の任意の組織の弾性率分布を選択的に表示することのできる超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の超音波診断装置は、動脈血管壁を含む被検体の計測領域へ超音波を送信するための超音波探触子を駆動する送信部と、前記超音波が前記被検体において反射することにより得られる反射波を、前記超音波探触子を用いて受信し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を解析し、前記血管壁の計測領域内の各計測点の移動量を求める移動検出部と、前記計測領域において、前記血管壁に含まれる複数の組織の少なくとも1つの境界を決定し、決定した境界により分けられる少なくとも2つの領域から1つの領域を選択する表示組織決定部と、前記各計測点の移動量から前記被検体の特性値を算出する特性値算出部とを備え、前記表示組織決定部により選択された領域に含まれる計測点の特性値の分布を二次元画像で表示する。

【0009】

ある好ましい実施形態において、前記表示組織決定部は、前記血管壁に含まれる複数の組織の少なくとも1つの境界を決定する境界決定部および決定した境界により分けられる少なくとも2つの領域から1つの領域を選択する領域選択部を含み、前記領域選択部は、操作者の指令に基づき、前記1つの領域の位置情報を生成する。

【0010】

ある好ましい実施形態において、超音波診断装置は、前記受信信号に基づき、前記被検体の計測領域の断層画像を生成する画像処理部と、前記断層画像を表示する表示部とをさらに備える。

【0011】

ある好ましい実施形態において、前記境界決定部は、前記操作者が前記表示部に表示された断層画像上において指定した位置に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置情報を生成する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

ある好ましい実施形態において、前記境界決定部は、前記受信信号に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置情報を自動的に生成する。

## 【 0 0 1 3 】

ある好ましい実施形態において、超音波診断装置は、前記少なくとも1つの境界の位置情報を記憶し、かつ、前記断層画像の情報および前記各計測点の移動量の情報を前記受信信号の受信時刻または受信順序に関連付けて記憶する記憶部をさらに備える。

## 【 0 0 1 4 】

ある好ましい実施形態において、超音波診断装置は前記記憶部から前記断層画像の情報を読み出して前記表示部に前記断層画像を表示し、前記境界決定部は前記記憶部から、前記組織の境界の少なくとも1つの位置情報を読み出し、前記境界決定部は、前記操作者が前記表示部に表示された断層画像上において指定した位置に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置を更新する。

10

## 【 0 0 1 5 】

ある好ましい実施形態において、前記境界決定部は、前記受信信号に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置情報を自動的に生成し、前記操作者が前記表示部に表示された断層画像上において指定した位置に基づき、前記生成した少なくとも1つの境界の位置情報を更新する。

## 【 0 0 1 6 】

ある好ましい実施形態において、前記特性値は弾性率である。

20

## 【 0 0 1 7 】

ある好ましい実施形態において、超音波診断装置は前記表示部に表示された断層画像に基づいて、前記操作者が関心領域を前記計測領域内に設定するための関心領域設定部をさらに備え、前記特性値算出部は、前記関心領域内にある計測点の移動量から前記被検体の特性値を算出する。

## 【 0 0 1 8 】

ある好ましい実施形態において、前記特性値算出部は、前記関心領域内の弾性率の平均値、最大値、最小値、分散値の少なくとも一つをさらに算出する。

## 【 0 0 1 9 】

ある好ましい実施形態において、前記特性値算出部は、前記関心領域内の弾性率の分布をさらに求め、前記弾性率の分布をヒストグラム形式で表示部に表示する。

30

## 【 0 0 2 0 】

ある好ましい実施形態において、前記血管壁は、内膜、中膜および外膜を含み、前記少なくとも1つの境界は、前記内膜と血管孔腔との境界、前記内膜と外膜との境界、および前記外膜と血管外組織との境界のうちの少なくとも1つである。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の超音波診断装置の制御方法は、超音波診断装置の制御部による超音波診断装置の制御方法であって、超音波探触子を駆動し超音波を送信するステップ(A)と、動脈血管壁を含む被検体から得られる反射波を前記超音波探触子を用いて受信し、受信信号を生成するステップ(B)と、前記受信信号を解析し、前記血管壁の計測領域内の各計測点の移動量を求めるステップ(C)と、前記計測領域において、前記血管壁に含まれる複数の組織の少なくとも1つの境界を決定し、決定した境界により分けられる少なくとも2つの領域から1つの領域を選択するステップ(D)と、前記各計測点の移動量から前記被検体の特性値を算出するステップ(E)と、前記少なくとも1つの領域に含まれる計測点の特性値を二次元画像で表示するステップ(F)とを包含する。

40

## 【 0 0 2 2 】

ある好ましい実施形態において、前記ステップ(D)は、前記血管壁に含まれる複数の組織の少なくとも1つの境界を決定するステップ(D1)と、決定した境界により分けられる少なくとも2つの領域から1つの領域を選択するステップ(D2)を含み、前記ステップ(D2)は、操作者の指令に基づき、前記1つの領域の位置情報を生成する。

50

## 【 0 0 2 3 】

ある好ましい実施形態において、制御方法は、前記受信信号に基づき、前記被検体の計測領域の断層画像を生成するステップ（G）と、前記断層画像を表示するステップ（H）とをさらに包含する。

## 【 0 0 2 4 】

ある好ましい実施形態において、前記ステップ（D1）は、前記操作者が前記断層画像上において指定した位置に基づき、前記少なくとも1つの境界の位置情報を生成する。

## 【 0 0 2 5 】

ある好ましい実施形態において、前記ステップ（D1）は、前記受信信号に基づいて、前記少なくとも1つの境界の位置情報を自動的に生成する。

10

## 【 0 0 2 6 】

ある好ましい実施形態において、制御方法は、前記少なくとも1つの境界の位置情報を記憶部に記憶し、かつ、前記断層画像の情報および前記各計測点の移動量の情報を前記受信信号の受信時刻または受信順序に関連付けて前記記憶部に記憶するステップ（I）を前記ステップ（D）とステップ（E）との間にさらに包含する。

## 【 0 0 2 7 】

ある好ましい実施形態において、制御方法は、前記記憶部から前記断層画像の情報を読み出して前記表示部に前記断層画像を表示し、前記境界決定部は前記記憶部から、前記組織の境界の少なくとも1つの位置に関する情報を読み出すステップ（J）と、前記操作者が前記断層画像上において、前記少なくとも1つの境界の位置を修正することによって前記少なくとも1つの境界の位置情報を更新するステップ（K）とを前記ステップ（D）とステップ（E）との間にさらに包含する。

20

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 8 】

本発明によれば、被検体中の任意の組織の境界を検出し、操作者が指定した組織について弾性率の二次元分布画像を表示することができる。したがって、計測領域内にある組織ごとに弾性率の分布を知ることができ、被検体の病理診断をより正確に行うことが可能となる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 9 】

（第1の実施形態）

以下、本発明による超音波診断装置の第1の実施形態を説明する。本発明の超音波診断装置は、血管壁の弾性率、歪み量、粘性率などの性状特性値を計測するために用いられる。以下の実施形態では性状特性値として弾性率を算出する超音波診断装置を説明するが、歪み量や粘性率を求め、二次元分布画像を表示させてもよい。

30

## 【 0 0 3 0 】

図1は、本実施形態による超音波診断装置101の構成を示すブロック図である。超音波診断装置101は、送信部202と、受信部203と、断層画像処理部204と、演算部205と、関心領域（Region Of Interest）指定部209と、表示組織決定部210と、画像合成部213とを備えている。また、これら各部を制御する制御部250およびユーザーインターフェース208をさらに備える。制御部250はマイコンなどによって構成される。また、ユーザーインターフェース208は、キーボードやマウス、トラックボール、スイッチ、ボタンといった操作者からの入力を受け付ける入力デバイスである。

40

## 【 0 0 3 1 】

超音波診断装置101は、被検体の計測領域へ超音波を送信し、超音波が被検体において反射することにより得られる反射波を受信するための探触子201に接続される。

## 【 0 0 3 2 】

送信部202は、制御部250の指令に基づいて、指定されたタイミングで探触子201を駆動する高圧の送信信号を発生する。探触子201は、送信部202で発生した送信信号を超音波に変換し、被検体に向けて照射する。また、被検体内部において反射した反

50

射波を電気信号に変換する。探触子201内には複数の圧電変換素子が配置され、これらの圧電変換素子の選択、および、圧電変換素子に電圧与えるタイミングによって送受信する超音波の偏向角およびフォーカスを制御する。受信部203は、探触子201が生成した電気信号を増幅し、受信信号を出力する。また、定められた位置（フォーカス）または方向（偏向角）からの超音波のみを検出する。超音波の送受信は、通常、1秒間に複数回（たとえば十数回程度）行われる。

【0033】

断層画像処理部204は、フィルタ、検波器、対数増幅器などからなり、受信信号の主に振幅を解析して、被検体の断層画像を表す画像信号を逐次生成する。生成された画像信号は画像合成部213へ出力される。

10

【0034】

画像合成部213は、画像信号による断層画像と、特性値算出部207から得られる性状特性値の二次元分布画像とを合成し、表示部214へ出力する。

【0035】

関心領域指定部209は、操作者がユーザーインターフェース208により表示部214の断層画像上において指定した領域の計測領域における位置情報を生成する。操作者が指定するこの領域は、性状特性値を求めたい領域であり関心領域と呼ばれる。生成した関心領域の位置情報は画像合成部213および特性値算出部207へ出力される。

【0036】

表示組織決定部210は、操作者が着目し、性状特性を求めたい組織の位置情報を決定する。このために、表示組織決定部210は境界決定部211および領域選択部212を含む。境界決定部211は、受信信号に基づき、被検体中の動脈血管壁に含まれる複数の組織の少なくとも1つの境界の位置を自動的に決定し、位置情報を生成する。生成した境界の位置情報は画像合成部213へ出力され、表示部214において、断層画像に重畳して境界が示される。

20

【0037】

被検体中の動脈血管壁には内膜、中膜および外膜が含まれる。また、外膜の外側には血管外組織が存在し、内膜は血管腔に隣接している。これらの組織の境界は、公知の技術を用いて自動的に検出することができる。たとえば、特許文献3および4に開示された技術を用いてこれらの組織の境界を自動的に検出することができる。具体的には、移動検出部206から得られる計測点の移動量や、断層画像処理部204で得られる受信信号の振幅強度などを境界の検出に用いることができる。境界の種類によって最適な検出方法が異なる場合には、複数の検出方法を用いて境界を検出してよい。たとえば、血管腔内には血液が流れているため、血管腔と内膜との境界は、受信信号をドップラ法により解析することにより検出してよい。

30

【0038】

表示組織決定部210における境界の検出および選択は、計測領域全体において行ってもよいし、計測領域内に設定された関心領域内においてのみ行ってもよい。関心領域内において境界を検出し、選択するほうが演算量が少なく済むというメリットがある。

【0039】

操作者は、表示部214において、断層画像に重畳して表示された少なくとも1つの境界によって分けられる少なくとも2つの領域から、1つの領域をユーザーインターフェース208を用いて選択する。領域選択部212は、操作者が選択した領域の位置情報を生成する。生成した選択領域の位置情報は、後述する特性値算出部207へ出力される。

40

【0040】

演算部205は、移動検出部206および特性値算出部207を含む。移動検出部206は、受信信号を解析し、被検体の計測領域内に設けられた各計測点の移動量を逐次求める。移動量の算出方法に特に限定はなく、公知の方法を用いることができる。移動量を高い精度で求めるために、たとえば特許文献1に開示される位相差トラッキング法を用いてもよい。具体的には、受信信号間の位相差を解析し、超音波の送受信方向に沿う被検体組

50

織の移動量を求めてもよい。

【 0 0 4 1 】

特性値算出部 2 0 7 は、関心領域指定部 2 0 9 から受け取る関心領域の位置情報を用い、関心領域内にある計測点の移動量に基づいて、歪み量や弾性率などの性状特性値を求める。具体的には、まず、移動検出部 2 0 6 において求めた移動量を、各計測点における元の位置に加算して移動後の位置を求め、各計測点の位置の変化を示す位置変化波形を求める。隣接する 2 つの計測点、あるいは、計測領域内の任意の 2 つの計測点間において位置変化波形の差をもとめることによって厚さ変化量  $W$  が求められる。厚さ変化量  $W$  を初期値  $W_s$  で除算すると歪み量  $\epsilon$  が求められる。

【 0 0 4 2 】

特性値算出部 2 0 7 は、さらに被検体の血圧に関する情報を外部から受け取る。たとえば、被検体の血圧を血圧計で計測し、血圧計から血圧値を受け取る。最高血圧と最低血圧の差を  $P$  とすると、径方向弾性率  $E_r$  は、 $E_r = P / \epsilon = P \cdot W_s / W$  によって求められる。この弾性率  $E_r$  を計測領域内のすべての隣接する計測点間において求める。これにより計測領域における弾性率の二次元分布が求められる。通常、最高血圧と最低血圧は一心周期ごとに観測されるので、弾性率  $E_r$  も心周期ごとに求められる。

【 0 0 4 3 】

特性値算出部 2 0 7 における性状特性値の演算は、操作者が着目する組織を表す選択領域内の計測点についてのみ行ってもよい。あるいは、関心領域内のすべての計測点を用いて性状特性値を求めてもよい。

【 0 0 4 4 】

特性値算出部 2 0 7 は、さらに、選択領域内において求めた弾性率の最大値、最小値、平均値および分散値を求める。弾性率の度数分布も求めてもよい。これらの演算値は、画像合成部 2 1 3 に出力される。

【 0 0 4 5 】

画像合成部 2 1 3 は、特性値算出部 2 0 7 において求めた弾性率を受け取り、弾性率の二次元分布画像を生成する。この際、選択領域内においてのみ弾性率を求めている場合には、特性値算出部 2 0 7 から受け取る弾性率のすべてを用いて二次元分布画像を生成する。特性値算出部 2 0 7 において関心領域内の弾性率を求めている場合には、表示組織決定部 2 1 0 から出力される選択領域の位置情報を受け取り、選択領域内においてのみ二次元分布画像を生成する。

【 0 0 4 6 】

生成した弾性率の二次元分布画像は、断層画像処理部 2 0 4 から得られる被検体の計測領域における断層画像と合成される。また、関心領域指定部 2 0 9 から出力される関心領域に関する位置情報および表示組織決定部 2 1 0 から出力される境界に関する位置情報を受け取り、それぞれ、関心領域および境界を示す線分が生成され、断層画像と合成される。

【 0 0 4 7 】

また、画像合成部 2 1 3 は、特性値算出部 2 0 7 によって求められた弾性率の最大値、最小値、平均値および分散値を示す数値を生成する。弾性率の度数分布を求めている場合には、弾性率のヒストグラムが生成される。

【 0 0 4 8 】

特性値算出部 2 0 7 において、弾性率がまだ求められていない場合には、関心領域および境界を示す線分が生成され、断層画像と合成される。

【 0 0 4 9 】

表示部 2 1 4 は画像合成部 2 1 3 において生成した画像情報を受け取り、表示する。

【 0 0 5 0 】

なお、これまで説明してきた超音波診断装置 1 0 1 の各構成要素はハードウェアによって実現してもよく、ソフトウェアによって実現してもよい。また、領域指定部 2 0 9 および表示組織決定部 2 1 0 は制御部 2 5 0 を構成するマイコンにより実現してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 1 】

次に、図 1 および図 2 から図 5 を参照して、超音波診断装置 1 0 1 の動作を説明する。図 2 は、超音波診断装置 1 0 1 の動作手順を示すフローチャートである。図 3 から図 5 は表示部 2 1 4 に表示される画面の一例を示している。

## 【 0 0 5 2 】

まず、送信部 2 0 2 により探触子 2 0 1 を駆動し動脈血管壁を含む被検体に向けて超音波を送信する。被検体において超音波が反射することにより得られる反射波を、探触子 2 0 1 を用いて受信部 2 0 3 により受信し、受信信号を生成する ( S 1 0 1 ) 。

## 【 0 0 5 3 】

断層画像処理部 2 0 4 は受信信号を受け取り、受信信号の振幅を輝度情報に変換することにより断層画像を表す画像信号を生成する ( S 1 0 2 ) 。画像信号は、画像合成部 2 1 3 を介して表示部 2 1 4 へ出力され、断層画像が表示部に表示される ( S 1 0 3 ) 。

10

## 【 0 0 5 4 】

図 3 に示すように、表示部 2 1 4 の画面には、断層画像 3 0 1 が表示される。断層画像 3 0 1 には、血管前壁の内膜 3 1 1、中膜 3 1 2 および外膜 3 1 3 と、血管後壁の内膜 3 2 1、中膜 3 2 2 および外膜 3 3 3 と、血管腔 3 1 0 と、血管外組織 3 1 4、3 3 4 が含まれている。図 3 ではこれらの境界を線分で示しているが、実際の断層画像では、これらの組織が超音波の反射強度に応じた輝度で表示される。このため、組織間の境界が明瞭ではない場合もある。

## 【 0 0 5 5 】

断層画像の生成と並行して、演算部 2 0 5 の移動検出部 2 0 6 は受信信号を解析し、被検体の計測領域内に設けられた各計測点の移動量を求める ( S 1 0 4 ) 。

20

## 【 0 0 5 6 】

操作者は、表示部 2 1 4 に表示された断層画像 3 0 1 上において、マウスなどのユーザーインターフェース 2 0 8 を用いて、関心領域 3 0 2 を設定する。図 3 では、血管後壁に見られる粥種 ( アテローム ) 3 3 5 を含むように関心領域 3 0 2 を操作者が設定している。ROI 指定部 2 0 9 は、ユーザーインターフェース 2 0 8 から入力された信号に基づき、計測領域中における関心領域 3 0 2 の位置情報を決定する ( S 1 0 5 ) 。なお、関心領域の設定は、性状特性値を求めたい領域を選択した後に行ってもよい。

## 【 0 0 5 7 】

表示組織決定部 2 1 0 の境界決定部 2 1 1 は、受信信号に基づき、関心領域 3 0 2 内において動脈血管壁に含まれる各組織の境界を自動的に検出する。検出した境界の位置情報が画像合成部 2 1 3 へ出力され表示部 2 1 4 に表示される。図 3 に示すように、関心領域 3 0 2 内において血管腔 3 1 0 と内膜 3 2 1 との境界 3 0 3 a、内膜 3 2 1 と中膜 3 2 2 との境界 3 0 3 b、中膜 3 2 2 と外膜 3 3 3 との境界 3 0 3 c および外膜 3 3 3 と血管外組織 3 3 4 との境界 3 0 3 d が断層画像 3 0 1 に重畳して表示される。

30

## 【 0 0 5 8 】

操作者は、これらの境界 3 0 3 a ~ 3 0 3 d によって分けられた領域 3 0 6 A、3 0 6 B、3 0 6 C、3 0 6 D および 3 0 6 E から性状特性値を求めたい領域を指定する。たとえば、図 3 に示すように、ユーザーインターフェース 2 0 8 によってカーソル 3 0 5 を移動させ、操作者が 1 つの領域を指定する。領域選択部 2 1 2 は、ユーザーインターフェース 2 0 8 からの入力信号に基づき、操作者が指定した選択領域の位置情報を生成し、特性値算出部 2 0 7 および画像合成部 2 1 3 に出力する ( S 1 0 7 ) 。

40

## 【 0 0 5 9 】

特性値算出部 2 0 7 は、移動検出部 2 0 6 から各計測点における移動量および表示組織選択部 2 1 0 から受け取る選択領域の位置情報を用い、選択領域内の計測点間の弾性率を求める。さらに、選択領域内の弾性率の最大値、最小値、平均値および度数分布を求める ( S 1 0 8 ) 。

## 【 0 0 6 0 】

画像合成部 2 1 3 は、特性値算出部 2 0 7 で求めた弾性率から二次元分布画像を生成し

50



、断層画像と合成する（S109）。また、最大値、最小値、平均値を示す数値を生成する。さらに弾性率のヒストグラムを生成する。生成した画像は表示部214に表示される（S110）。

【0061】

その後、必要に応じて、関心領域や、性状特性値を求めたい選択領域を修正あるいは変更してもよい。この場合、ステップS105以降の手順を繰り返す。

【0062】

図3において、操作者が境界303bと境界303cとによって挟まれる領域306Cを選択した場合、図4に示すように、領域306C内の弾性率の二次元分布画像341が断層画像301に重畳して表示される。領域306Cは指定した関心領域302内にある血管後壁の中膜部分である。図4では、二次元分布画像335は均一な網掛けで示されているが、実際には、二次元分布画像335は弾性率の値に応じた色調表示あるいは諧調表示がなされ、弾性率の値と色調あるいは諧調との対応を示すカラーバーあるいは諧調バー309が合わせて表示される。関心領域302全体は、たとえば64（縦）×32（横）の二次元マトリクスで弾性率の分布が表示可能なように計測点が設定されている。

10

【0063】

図3において、操作者が境界303cと境界303dとによって挟まれる領域306Dを選択した場合、図5に示すように、領域306D内の弾性率の二次元分布画像342が断層画像301に重畳して表示される。領域306Dは指定した関心領域302内にある血管後壁の外膜部分である。

20

【0064】

図4および図5に示すように、組織ごとに弾性率の分布を表示させることにより、弾性率の値が特異な部分がどの組織に属しているのか明確になる。このため、医師などの診断者が、組織ごとの特性を考慮して弾性率の値を評価することが可能となる。このように本実施形態によれば、被検体中の組織の境界を自動的に検出し、操作者が指定した組織について弾性率の二次元分布画像を表示することができる。したがって、計測領域内にある組織ごとに弾性率の分布を知ることができ、被検体の病理診断をより正確に行うことが可能となる。

【0065】

なお、本実施形態では、境界決定部211は血管壁を構成する各組織の境界を検出しているが、複数の組織をまとめて検出してもよい。たとえば、内膜および中膜をあわせて内中膜複合体（IMT）とし、内中膜複合体と外膜との境界および内中膜複合体と血管腔との境界を検出してもよい。

30

【0066】

（第2の実施形態）

以下、本発明による超音波診断装置の第2の実施形態を説明する。図6は、本実施形態による超音波診断装置102の構成を示すブロック図である。超音波診断装置102は、境界決定部221を含む表示組織決定部220を備えている点で第1の実施形態とは異なる。

【0067】

境界決定部221は、操作者が表示部214に表示された断層画像301の上において指定した位置に基づき、前記少なくとも1つの境界を決定し、その位置情報を生成する。より具体的には、操作者が、表示部214に表示された断層画像301上において、ユーザーインターフェース208を用いてカーソルを移動させる。カーソルが移動した軌跡は線分として断層画像301に重畳して表示される。描画した線分が適切であると操作者が判断した場合、ユーザーインターフェース208を用いてその線分を確定させるこれにより、操作者が指定した境界が確定する。必要に応じてさらに1以上の線分を描画し、境界として確定させることができる。境界決定部221は、このように操作者により確定された境界の位置情報を生成する。線分の描画は、計測領域全体において行ってもよいし、関心領域内においてのみ行ってもよい。関心領域内においてのみ境界を示す線分を描画する

40

50

ほうが操作者の手間は少なくすむ。

【 0 0 6 8 】

続いて、操作者は、表示部 2 1 4 において、断層画像に重畳して表示された境界によって分けられる複数の領域から 1 つの領域をユーザーインターフェース 2 0 8 を用いて選択する。領域選択部 2 1 2 は、操作者が選択した領域の位置情報を生成する。生成した選択領域の位置情報は特性値算出部 2 0 7 へ出力される。

【 0 0 6 9 】

超音波診断装置 1 0 2 は、計測領域内あるいは関心領域内において、組織の境界が操作者によって手動で設定されることを除いて、第 1 の実施形態と同様の動作を行う。

【 0 0 7 0 】

図 7 は、操作者がユーザーインターフェース 2 0 8 を用いてカーソル 3 0 5 を移動させて線分各組織間に描画し、境界 3 0 3 ' a、3 0 3 ' b、3 0 3 ' c、3 0 3 ' d を確定させた状態を示している。

【 0 0 7 1 】

図 7 において、操作者が境界 3 0 3 ' b と境界 3 0 3 ' c とによって挟まれる領域 3 0 6 C を選択した場合、図 8 に示すように、領域 3 0 6 C 内の弾性率の二次元分布画像 3 4 1 が断層画像 3 0 1 に重畳して表示される。図 7 において、操作者が境界 3 0 3 ' c と境界 3 0 3 ' d とによって挟まれる領域 3 0 6 D を選択した場合、図 9 に示すように、領域 3 0 6 D 内の弾性率の二次元分布画像 3 4 2 が断層画像 3 0 1 に重畳して表示される。

【 0 0 7 2 】

このように本実施形態によれば、被検体中の組織の境界を操作者が手動で設定し、さらに、境界により分割された領域を指定することによって、所望の組織について弾性率の二次元分布画像を表示することができる。特に、本実施形態では、操作者が手動で境界を設定するため、複数の組織をまとめて 1 つの領域として選択し、選択した領域における弾性率の二次元分布画像を表示させるなど、弾性率を求める領域を任意にかつ容易に設定することができる。また、断層画像 3 0 1 上において、部分的に組織間の境界が不鮮明になっている場合でも、操作者の判断によって境界を画定させることができるため、境界が不明瞭であるために、計測したい領域が定められず、弾性率の二次元分布画像が得られないということもない。したがって、計測領域内にある組織ごとに弾性率の分布を知ることができ、被検体の病理診断をより正確に行うことが可能となる。

【 0 0 7 3 】

( 第 3 の実施形態 )

以下、本発明による超音波診断装置の第 3 の実施形態を説明する。図 1 0 は、本実施形態による超音波診断装置 1 0 3 の構成を示すブロック図である。超音波診断装置 1 0 2 は、記憶部であるメモリ 2 5 1 と、境界決定部 2 3 1 を含む表示組織決定部 2 2 0 とを備えている点で第 1 の実施形態とは異なる。

【 0 0 7 4 】

メモリ 2 5 1 は、超音波を送受信し、計測を行っている間、断層画像処理部 2 0 4 から出力される断層画像の画像信号の情報および移動検出部 2 0 6 から出力される各計測点での移動量の情報を受信信号の受信時刻または受信順序に関連付けて記憶する。また、境界決定部 2 3 1 が決定した境界の位置情報を記憶する。

【 0 0 7 5 】

計測の終了あるいは中断 ( フリーズ ) し、記憶部に記憶された情報を読み出して弾性率を求める場合 ( シネモードとも呼ばれる )、操作者による指令に基づいて、メモリ 2 5 1 に記憶された断層画像の画像情報および各計測点での移動量の情報が、同期したタイミングで画像合成部 2 1 3 および特性値算出部 2 0 7 へそれぞれ読み出される。また、境界の位置情報が、境界決定部 2 3 1 へ読み出される。

【 0 0 7 6 】

境界決定部 2 3 1 は、超音波を送受信し計測を行っている間、第 1 の実施形態で説明したように受信信号に基づいて組織の境界を自動的に検出し、その位置情報を出力する。ま

10

20

30

40

50

た、記憶された情報を読み出して弾性率を求める場合、メモリ 251 から読み出された境界は、ユーザーインターフェース 208 によって、操作者が修正することが可能である。修正には境界の削除も含まれる。境界が操作者により修正された場合、境界決定部 231 は修正された境界の位置情報を求め、位置情報を更新する。

【0077】

更新された境界の位置情報を用いて、第 1 の実施形態で説明したように弾性率の二次元分布を求めたい領域を操作者が選択し、選択した領域における弾性率の二次元分布画像が得られる。

【0078】

次に、超音波診断装置 103 の動作を図 10 および図 11 から図 14 を参照して説明する。図 11 は、超音波診断装置 103 の動作手順を示すフローチャートである。図 12 から図 14 は表示部 214 に表示される画面の一例を示している。

10

【0079】

まず、送信部 202 により探触子 201 を駆動し動脈血管壁を含む被検体に向けて超音波を送信する。被検体において超音波が反射することにより得られる反射波を、探触子 201 を用いて受信部 203 により受信し、受信信号を生成する (S111)。

【0080】

断層画像処理部 204 は受信信号を受け取り、受信信号の振幅を輝度情報に変換することにより断層画像を表す画像信号を生成する (ステップ S112)。画像信号は、画像合成部 213 を介して表示部 214 へ出力され、断層画像が表示部に表示される (S113)。

20

【0081】

図 14 に示すように、表示部 214 の画面には、断層画像 301 が表示される。断層画像 301 には、血管前壁の内膜 311、中膜 312 および外膜 313 と、血管後壁の内膜 321、中膜 322 および外膜 323 と、血管腔 310 と、血管外組織 314、334 が含まれている。

【0082】

断層画像の生成と並行して、演算部 205 の移動検出部 206 は受信信号を解析し、被検体の計測領域内に設けられた各計測点の移動量を求める (S115)。

【0083】

30

操作者は、マウスなどのユーザーインターフェース 208 を用いて、関心領域 302 を設定する。図 12 では、血管後壁に見られる粥種 335 を含むように関心領域 302 を操作者が設定している。ROI 指定部 209 は、ユーザーインターフェース 208 から入力された信号に基づき、計測領域中における関心領域 302 の位置情報を決定する (S116)。なお、関心領域の設定は、性状特性値を求めたい領域を選択した後に行ってもよい。

【0084】

この状態で計測を所定の時間行って計測データを取得する。逐次生成される画像情報および各計測点の移動量が受信時刻に関連付けられてメモリ 21 に記憶される (S114、S118)。自動的に検出された境界の位置情報も記憶される。

40

【0085】

計測が終了すると、メモリ 251 に記憶されていた画像情報および各計測点の移動量と、境界の位置情報が読み出され、画像情報および境界が表示部 214 に表示される。

【0086】

操作者は、表示部 214 に表示された断層画像 301 上において、必要に応じ、自動的に検出された境界を修正する。図 12 では、自動検出された境界 303 a の一部 303 e が血管腔 310 側に膨れている。図 13 に示すように、操作者が断層画像 301 などに基づき、境界の一部 303 e の位置は検出エラーであると判断した場合、カーソル 305 を用いて、境界の一部 303 e の位置を修正する。境界が修正された場合、境界決定部 231 は修正された境界の位置情報を更新する (S120)。

50

**【 0 0 8 7 】**

操作者は、修正した境界 3 0 3 a と境界 3 0 3 b ~ 3 0 3 d によって分けられた領域 3 0 6 A、3 0 6 B、3 0 6 C、3 0 6 D および 3 0 6 E から性状特性値を求めたい領域を指定する。図 1 3 に示すように、ユーザーインターフェース 2 0 8 によってカーソル 3 0 5 を移動させ、操作者が 1 つの領域を指定する。領域選択部 2 1 2 は、ユーザーインターフェース 2 0 8 からの入力信号に基づき、操作者が指定した選択領域の位置情報を生成し、特性値算出部 2 0 7 および画像合成部 2 1 3 に出力する ( S 1 2 1 )。

**【 0 0 8 8 】**

特性値算出部 2 0 7 は、移動検出部 2 0 6 から各計測点における移動量および表示組織選択部 2 1 0 から受け取る選択領域の位置情報を用い、選択領域内の計測点間の弾性率を 10  
求める。さらに、選択領域内の弾性率の最大値、最小値、平均値および度数分布を求める ( S 1 2 2 )。

**【 0 0 8 9 】**

画像合成部 2 1 3 は、特性値算出部 2 0 7 で求めた弾性率から二次元分布画像を生成し、断層画像と合成する。また、最大値、最小値、平均値を示す数値を生成する。さらに弾性率のヒストグラムを生成する ( S 1 2 3 )。生成した画像は表示部 2 1 4 に表示される ( S 1 2 6 )。

**【 0 0 9 0 】**

その後、必要に応じて、性状特性値を求めたい選択領域を修正あるいは変更してもよい。この場合、ステップ S 1 2 1 以降の手順を繰り返す。 20

**【 0 0 9 1 】**

図 1 3 において、操作者が境界 3 0 3 a と境界 3 0 3 b とによって挟まれる領域 3 0 6 B を選択した場合、図 1 4 に示すように、領域 3 0 6 B 内の弾性率の二次元分布画像 3 4 3 が断層画像 3 0 1 に重畳して表示される。領域 3 0 6 B は指定した関心領域 3 0 2 内にある血管後壁の内膜部分である。操作者が境界 3 0 3 a を修正したため、内膜部分のみの弾性率が正しく表示される。なお、図 1 4 には示していないが、第 1 および第 2 の実施形態と同様、選択した領域における弾性率の最大値、最小値、平均値および弾性率のヒストグラムを表示させてもよい。

**【 0 0 9 2 】**

このように本実施形態によれば、被検体中の組織の境界を自動的に検出し、シネモード 30  
でメモリから情報を読み出して弾性率を求める際に、自動的に検出された境界を操作者が修正することができる。これにより、境界を操作者が描画する手間を省くことができ、かつ、必要に応じて境界を手動で修正することができる。したがって、より簡単にかつより正確に弾性率を求めたい対象組織を確定することができ、計測領域内にある組織ごとに弾性率の分布を知ることができる。したがって、被検体の病理診断をより正確に行うことが可能となる。

**【 0 0 9 3 】**

なお、本実施形態では、境界決定部 2 3 1 は、まず、組織の境界を自動的に検出し、メモリからデータを読み出した後、検出した境界を操作者が修正可能なように構成されている。このように境界を自動検出した後、必要に応じて操作者が境界の位置を修正できるよ 40  
うに第 1 の実施形態の境界決定部を構成してもよい。具体的には、境界決定部 2 1 1 は、受信信号に基づいて、少なくとも 1 つの境界の位置情報を自動的に生成し、操作者が表示部 2 1 4 に表示された断層画像上において指定した位置に基づき、記境界決定部 2 1 1 が生成した少なくとも 1 つの境界の位置情報を修正し、更新してもよい。これにより、より正確に境界の設定を行うことが可能となり、また、操作者の負担も低減する。

**【 産業上の利用可能性 】****【 0 0 9 4 】**

本発明は、血管の性状特性値を計測する超音波診断装置に好適に用いられる。

**【 図面の簡単な説明 】****【 0 0 9 5 】**

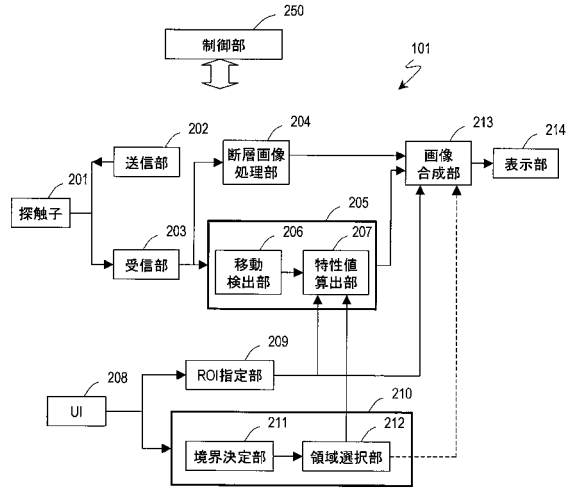
- 【図 1】本発明の超音波診断装置の第 1 の実施形態を示すブロック図である。
- 【図 2】図 1 に示す超音波診断装置の動作を説明するフローチャートである。
- 【図 3】図 1 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の一例を示している。
- 【図 4】図 1 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の他の例を示している。
- 【図 5】図 1 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の他の例を示している。
- 【図 6】本発明の超音波診断装置の第 2 の実施形態を示すブロック図である。
- 【図 7】図 6 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の一例を示している。
- 【図 8】図 6 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の他の例を示している。
- 【図 9】図 6 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の他の例を示している。
- 【図 10】本発明の超音波診断装置の第 3 の実施形態を示すブロック図である。 10
- 【図 11】図 10 に示す超音波診断装置の動作を説明するフローチャートである。
- 【図 12】図 10 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の一例を示している。
- 【図 13】図 10 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の他の例を示している。
- 。
- 【図 14】図 10 に示す超音波診断装置の表示部に表示される画面の他の例を示している。
- 。

#### 【符号の説明】

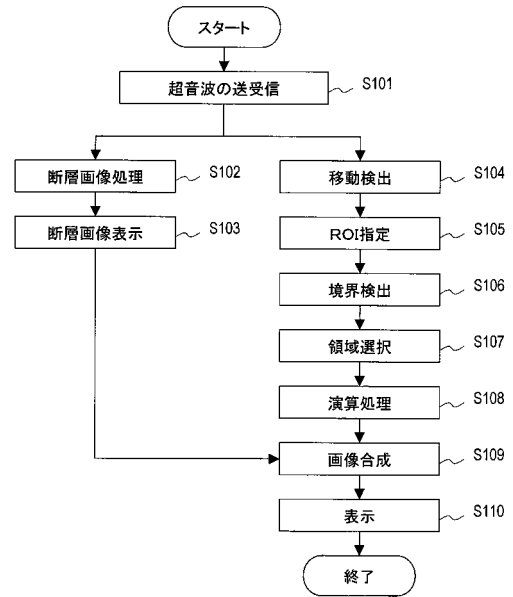
##### 【0096】

- |             |              |    |
|-------------|--------------|----|
| 101、102、103 | 超音波診断装置      |    |
| 201         | 探触子          | 20 |
| 202         | 送信部          |    |
| 203         | 受信部          |    |
| 204         | 断層画像処理部      |    |
| 205         | 演算部          |    |
| 206         | 移動検出部        |    |
| 207         | 特性値算出部       |    |
| 208         | ユーザーインターフェース |    |
| 209         | 関心領域指定部      |    |
| 210         | 表示組織決定部      |    |
| 211、221、223 | 境界決定部        | 30 |
| 212         | 領域選択部        |    |
| 213         | 画像合成部        |    |
| 214         | 表示部          |    |
| 250         | 制御部          |    |
| 251         | メモリ          |    |

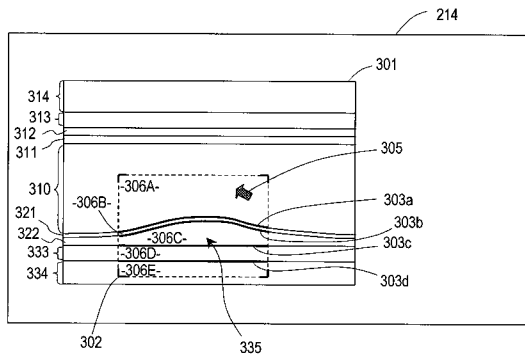
【図1】



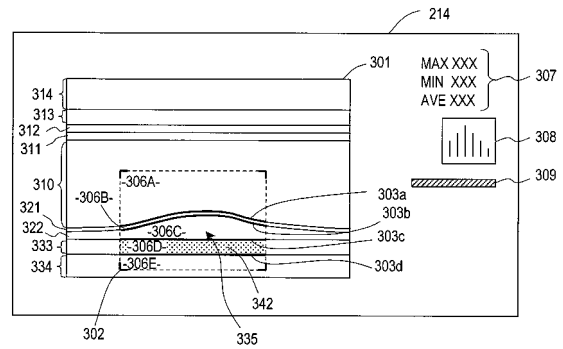
【図2】



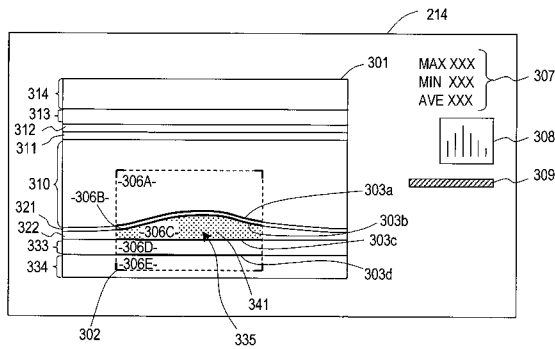
【図3】



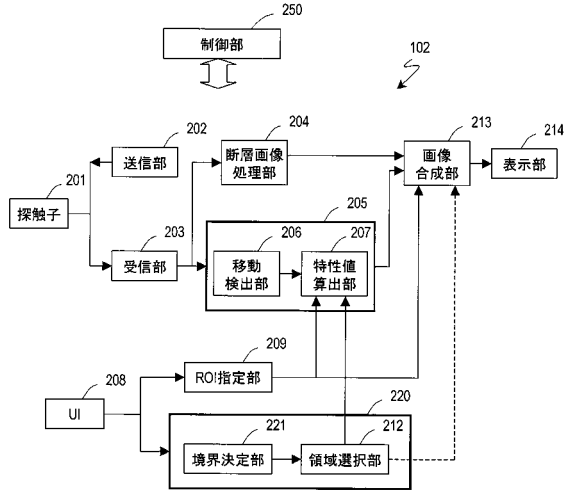
【図5】



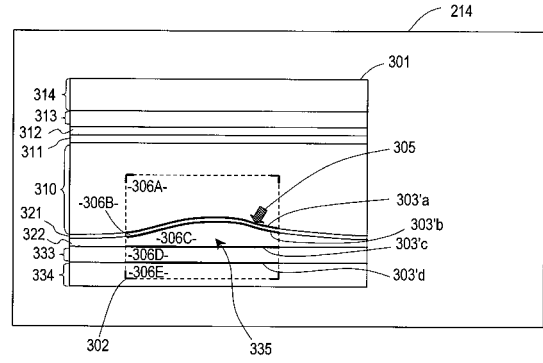
【図4】



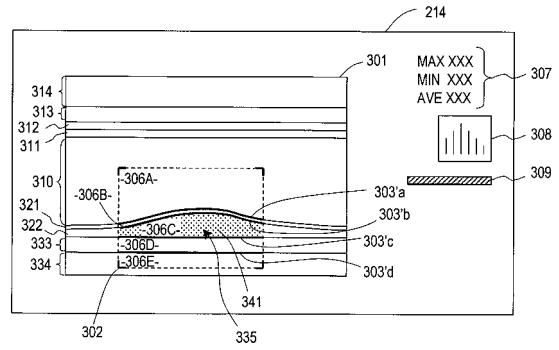
【図6】



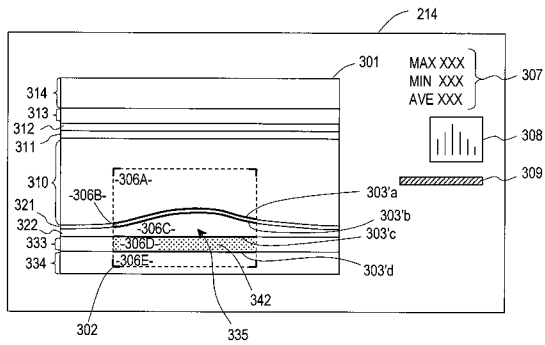
【図7】



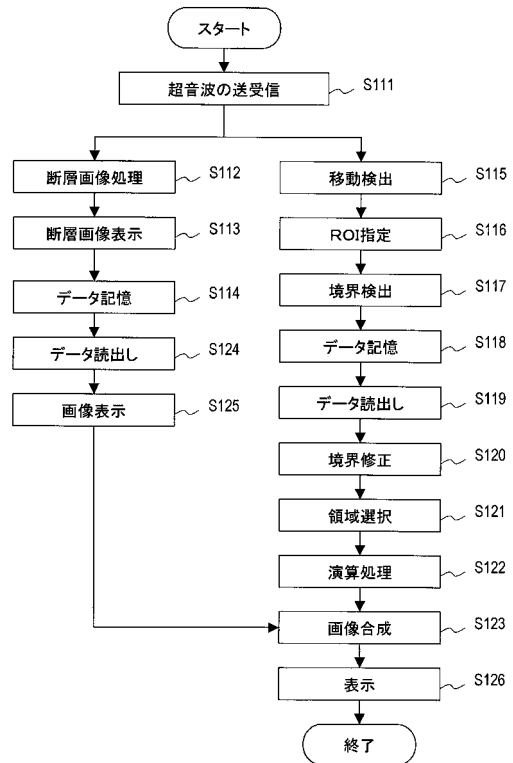
【図8】



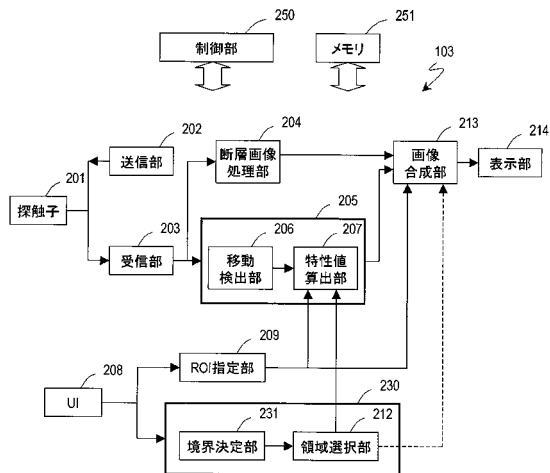
【図9】



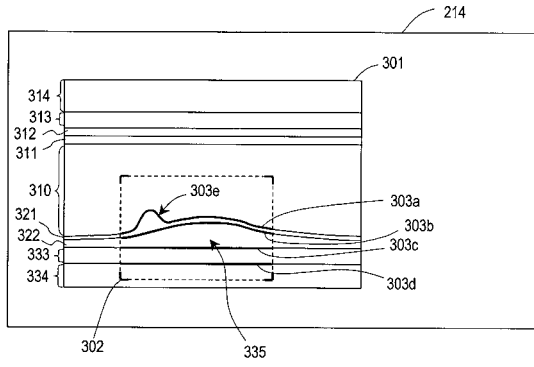
【図11】



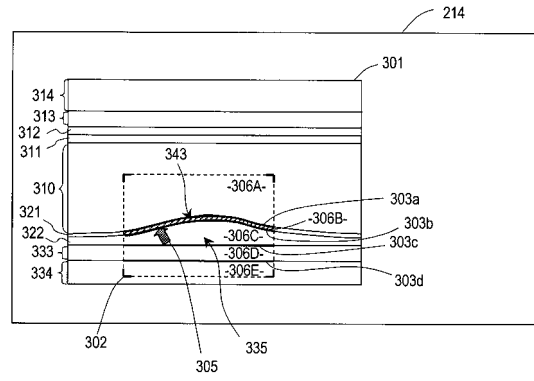
【図10】



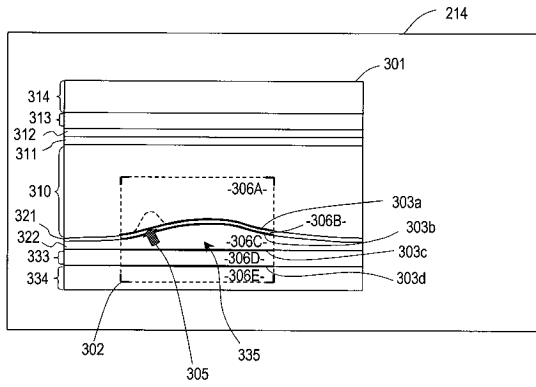
【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 3】





フロントページの続き

審査官 五閑 統一郎

(56)参考文献 特許第3694019(JP, B2)  
特許第4057524(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 8/08